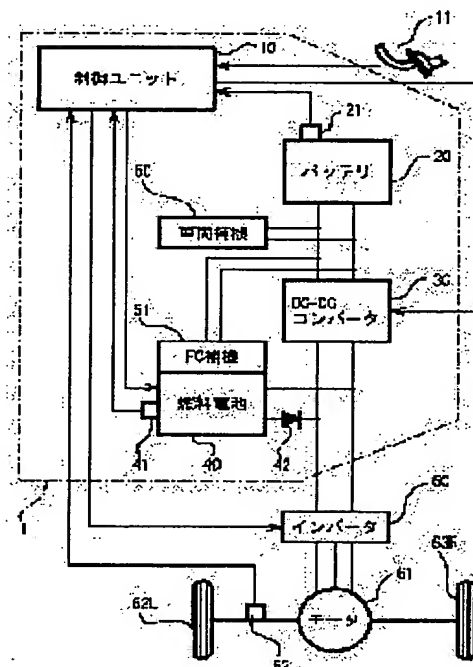


(11)Publication number : **2002-118981**
(43)Date of publication of application : **19.04.2002**

H02J 7/34
B60L 1/00
B60L 11/18
H01M 8/00
H01M 8/04
H02J 1/00
H02J 1/10

(72)Inventor : SUGIURA HIROSHI
ISHIKAWA TETSUHIRO
WATANABE NOBUO
MANABE KOUTA

SOLUTION: A fuel cell 40 is connected in parallel with a battery 20 to constitute a power supply system 1. A DC-DC converter 30 is connected to the battery 20 side. The maximum output ratio of the fuel cell 40 to the battery 20 is set with the former occupying a range of 65 to 80% of the total output. This structure makes it possible to suppress losses in the DC-DC converter and to achieve high energy efficiency.



[Patent number]

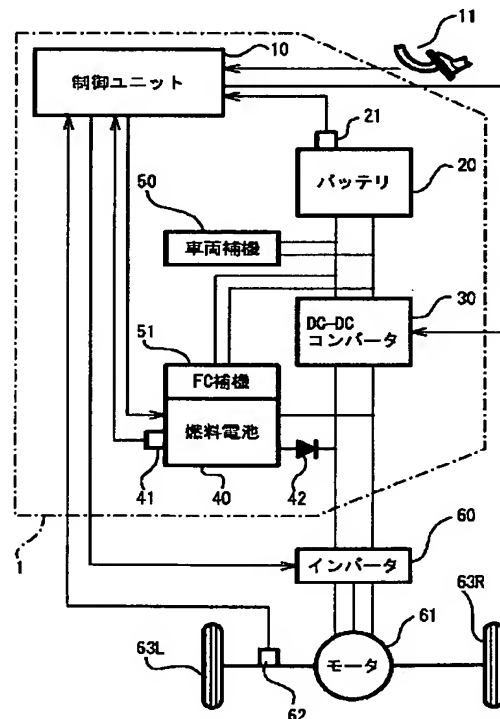
[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流電源であって、電力を出力する一組の端子と、該端子に接続された燃料電池と、充放電可能な蓄電器と、DC-DCコンバータとを備え、前記蓄電器は、前記DC-DCコンバータを介して、前記燃料電池と並列に、前記端子に接続された直流電源。

【請求項 2】 前記燃料電池の最大出力は前記蓄電器の最大出力よりも高い請求項 1 記載の直流電源。

【請求項 3】 請求項 1 記載の直流電源であって、前記燃料電池の運転に供される燃料電池補機の少なくとも一部が、前記DC-DCコンバータを経由せずに前記蓄電器を電源として稼働可能に接続された直流電源。

【請求項 4】 請求項 1 記載の直流電源であって、前記燃料電池の出力電圧と同等の電圧値となるようにDC-DCコンバータの出力電圧を制御する電圧制御部を備える直流電源。

【請求項 5】 請求項 1 記載の直流電源であって、前記蓄電器の充電時には、前記燃料電池側または前記端子側を入力、該蓄電器側を出力とし、かつ、該蓄電器を充電可能な所定の電圧となるよう前記DC-DCコンバータの出力電圧を制御する電圧制御部を備える直流電源。

【請求項 6】 前記蓄電器は、二次電池である請求項 1 記載の直流電源。

【請求項 7】 モータを動力源とする車両であって、該モータに電力を供給する直流電源と、該電力によって該モータを駆動する駆動回路とを備え、前記直流電源は、電力を出力する一組の端子と、該端子に接続された燃料電池と、充放電可能な蓄電器と、DC-DCコンバータとを備え、前記蓄電器は、前記DC-DCコンバータを介して、前記燃料電池と並列に、前記端子に接続された車両。

【請求項 8】 請求項 7 記載の車両であって、前記車両の運転に供される車両補機の少なくとも一部が、前記DC-DCコンバータを経由せずに前記蓄電器を電源として稼働可能に接続された車両。

【請求項 9】 出力端子に並列に接続された燃料電池と充放電可能な蓄電器とを用いた直流電流の出力方法であって、(a) 所定の出力電圧が得られるよう前記燃料電池を運転する工程と、(b) 前記蓄電器の電圧をDC-DCコンバータによって前記出力電圧と同等の電圧値に変換して前記出力端子に印加する工程とを備える出力方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池を用いた

直流電源に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、運転効率および環境性に優れる電源として燃料電池が注目されている。燃料電池とは、水素と酸素の電気化学反応によって発電する装置である。燃料電池は燃料ガスの供給量を制御して要求に応じた電力を出力する。燃料電池では、ガス供給量の応答遅れに起因して、出力電力の応答性が低くなることがある。かかる弊害を回避する一つ的手段として、燃料電池とバッテリーとを並列に接続して電源を構成する技術が提案されている。例えば、特開 2000-12059 記載の技術では、燃料電池の出力電圧をDC-DCコンバータで変換することにより、バッテリーと燃料電池の併用を図っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記構成については、電力の出力効率の更なる改善が望まれていた。本発明は、燃料電池と充放電可能な蓄電器とを併用する直流電源の出力効率を更に向上する技術を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】 上記課題を解決するため、本発明では、電力を出力する一組の端子と、端子に接続された燃料電池と、充放電可能な蓄電器と、DC-DCコンバータとを用いて直流電源を構成する際に、蓄電器を、DC-DCコンバータを介して、燃料電池と並列に端子に接続した。燃料電池の電力は、端子から直接出力されるのに対し、蓄電器の電力は、DC-DCコンバータを介して出力される。

【0005】 通常、DC-DCコンバータでは、電圧変換によって電力の損失が生じる。本発明では、蓄電器側にDC-DCコンバータを設けることにより、燃料電池の出力に対する損失を回避することができる。燃料電池と蓄電器とを併用する電源においては、主として燃料電池から電力を供給するのが通常である。従って、使用頻度の高い燃料電池での損失を回避することにより、電源全体の出力効率を向上することができる。燃料電池の使用頻度が高いという観点から、本発明は、燃料電池の最大出力が蓄電器の最大出力よりも高い場合に特に有効である。

【0006】 本発明においては、燃料電池の運転に供される燃料電池補機の少なくとも一部が、前記DC-DCコンバータを経由せずに蓄電器を電源として稼働可能に接続されていることが望ましい。燃料電池補機とは、燃料ガスを供給するためのポンプ、水素吸蔵合金から水素を抽出するために必要となるヒータ、メタノールその他の原料を改質して燃料ガスを製造する改質器など、燃料電池のシステム構成に応じた種々の機器が含まれる。上記構成によれば、燃料電池補機には、蓄電器から電力を供給することができる。この電力はDC-DCコンバー

タを経由せずに供給されるため、DC-DCコンバータが故障した場合でも、電力の供給に支障はない。つまり、DC-DCコンバータの故障時でも、燃料電池補機の駆動、ひいては燃料電池の運転を保証することができる。特に、燃料電池が未暖機で十分に発電できない場合でも、燃料電池補機の運転が保証されているため、燃料電池を暖機し、始動することが可能となる。本発明は、全ての燃料電池補機を蓄電器に接続する構成には限られない。例えば、燃料電池の暖機に必要な燃料電池補機を蓄電器に接続し、その他の燃料電池補機を燃料電池に接続してもよい。

【0007】本発明においては、燃料電池の出力電圧と同等の電圧値となるようにDC-DCコンバータの出力電圧を制御することが望ましい。かかる制御により、要求電力に対する燃料電池出力の応答遅れを蓄電器で補償し、安定して電力を出力することが可能となる。

【0008】本発明においては、蓄電器の充電時には、燃料電池側または端子側を入力、蓄電器側を出力とし、かつ、蓄電器を充電可能な所定の電圧となるよう前記DC-DCコンバータの出力電圧を制御することも望ましい。かかる制御により、蓄電器の充電を行うことができる。蓄電器に印加される電圧は、固定値でもよいし、充電時の電力に応じて変動させてもよい。

【0009】本発明において、蓄電器は、二次電池とすることが望ましい。キャパシタその他の充放電可能な装置を用いることも可能である。

【0010】本発明は、直流電源として構成する他、種々の態様で構成可能である。例えば、上述した直流電源によって駆動されるモータを動力源とする車両として構成することができる。かかる車両においては、DC-DCコンバータを経由せずに蓄電器を電源として稼働可能に車両補機を接続してもよい。車両補機には、例えば、オイルポンプ、照明機器、空調機器などが含まれる。こうすれば、DC-DCコンバータ故障時などでも車両補機の運転を保証することができる。

【0011】本発明は、その他、出力端子に並列に接続された燃料電池と充放電可能な蓄電器とを用いた直流電流の出力方法として構成しても良い。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、ハイブリッド車両に適用した実施例を、以下の項目に分けて説明する。

- A. 装置の構成：
- B. 電力制御処理：
- C. 出力比の設定：
- D. 効果：

【0013】A. 装置の構成：図1は実施例としての電源システムを搭載した車両の構成を示す説明図である。この車両は、車輪63L、63Rに連結された同期モータ61を駆動力源として走行する。同期モータ61の電

源は、電源システム1である。電源システム1から出力される直流は、インバータ60で三相交流に変換され同期モータ61に供給される。同期モータ61は、制動時に発電機として機能することもできる。

【0014】電源システム1は、燃料電池40、バッテリー20、DC-DCコンバータ等から構成される。燃料電池40は、水素と酸素の電気化学反応によって発電する装置である。本実施例では、固体高分子型の燃料電池を用いた。これに限らず、燃料電池40には、燐酸型、溶融炭酸塩型など種々のタイプの燃料電池を適用可能である。発電に利用される水素ガスは、アルコール等の原料を改質して生成される。本実施例では、発電を行うスタック、燃料ガスを生成する改質器等を含めて燃料電池40と称する。なお、改質器に代えて、水素吸蔵合金、水素ポンプなどを利用して水素ガス自体を貯蔵する構成を採ることも可能である。

【0015】バッテリー20は、充放電可能な二次電池である。本実施例では、ニッケル水素バッテリーを用いるものとした。その他、種々のタイプの二次電池を適用可能である。また、バッテリー20に代えて、二次電池以外の充放電可能な蓄電器、例えばキャパシタを用いても良い。

【0016】燃料電池40とバッテリー20とはインバータ60に並列接続されている。燃料電池40からインバータ60への回路には、バッテリー20からの電流または同期モータ61で発電された電流が逆流するのを防止するためのダイオード42が設けられている。並列に接続された電源の電力を適切に使い分けるためには、両者の相対的な電圧差を制御する必要がある。本実施例では、この目的から、バッテリー20とインバータ60との間にDC-DCコンバータ30が設けられている。DC-DCコンバータ30は直流の電圧変換器である。DC-DCコンバータ30は、バッテリー20から入力されたDC電圧を調整してインバータ60側に出力する機能、燃料電池40またはモータ61から入力されたDC電圧を調整してバッテリー20に出力する機能を奏する。DC-DCコンバータ30の機能により、バッテリー20の充放電が実現される。

【0017】バッテリー20とDC-DCコンバータ30との間には、車両補機50およびFC補機51が接続されている。つまり、バッテリー20は、これらの補機の電源となる。車両補機50とは、車両の運転時に使用される種々の電力機器を言い、照明機器、空調機器、油圧ポンプなどが含まれる。FC補機51とは、燃料電池40の運転に使用される種々の電力機器を言い、燃料ガスや改質原料を供給するためのポンプ、改質器の温度を調整するヒータ等が含まれる。

【0018】上述した各要素の運転は、制御ユニット10によって制御される。制御ユニット10は、内部にCPU、RAM、ROMを備えたマイクロコンピュータと

して構成されている。制御ユニット10は、インバータ60のスイッチングを制御して、要求動力に応じた三相交流を同期モータ61に出力する。要求動力に応じた電力が供給されるよう、燃料電池40およびDC-DCコンバータ30の運転を制御する。

【0019】これらの制御を実現するために、制御ユニット10には、種々のセンサ信号が入力される。これらのセンサには、例えば、アクセルペダルセンサ11、バッテリー20の充電状態SOC (State Of Charge) を検出するSOCセンサ21、燃料電池40のガス流量を検出する流量センサ41、車速を検出する車速センサ62が含まれる。制御ユニット10に接続されるその他のセンサについては、図示を省略した。

【0020】B. 電力制御処理：図2は走行時の電力制御処理のフローチャートである。制御ユニット10が他の制御処理とともに、この処理を繰り返し実行することにより、モータ61の駆動を制御し、走行することができる。

【0021】この処理では、制御ユニット10は、燃料電池40に対する要求電力 E_{req} を設定する(ステップS10)。電力 E_{req} は、走行要求電力 E_d 、充放電電力 E_b 、補機電力 E_s の3要素の和で求められる。

【0022】走行要求電力 E_d は、車両が走行するために、モータ61に供給すべき電力であり、次の手順で求められる。まず、制御ユニット10は、モータ61の目標回転数、目標トルクを設定する。これらの値は、アクセルペダル開度および車速のテーブルで与えられる。両者の積は、モータ61から出力すべき動力となる。この動力を、モータ61の運転効率、消費電力当りに出力される動力の比で除することにより、走行要求電力 E_d が求められる。モータ61を発電機として機能させ、回生制動する際には、目標トルクが負の値となるから、走行要求電力 E_d も負の値となる。

【0023】充放電電力 E_b は、バッテリー20の充放電に伴う電力である。バッテリー20の充電状態SOCは、所定の範囲に保たれるよう制御される。SOCが所定の下限值よりも低くなると、バッテリー20への充電が行われる。充放電電力 E_b は、充電に必要となる電力に応じた正值となる。この結果、バッテリー20の充電に伴い、要求電力 E_{req} が増大する。一方、SOCが所定の上限值よりも高くなるとバッテリー20からの放電が行われる。充放電電力 E_b は、放電電力に応じた負値となる。バッテリー20からの放電によって、要求電力 E_{req} が低くなる。

【0024】補機電力 E_s は、車両補機50およびFC補機51を駆動するのに要する電力である。両者の運転状態に応じてそれぞれ設定される。

【0025】制御ユニット10は、ステップS10で設定された要求電力 E_{req} を出力するよう燃料電池40の出力電圧を設定し、燃料電池40のガス流量を制御す

る(ステップS12)。電圧は、次のマップにより設定される。図3は燃料電池40の出力特性を示す説明図である。上段には電力と電流との関係を示し、下段には電圧と電流の関係を示した。

【0026】供給されるガス流量に応じて燃料電池40の出力特性は変動する。下段の曲線A f 1はガス流量が低い状態、曲線A f 2はガス流量が高い状態を示している。ガス流量が低い場合には、電圧が低下し始めるポイントが低電流側に移行する。

【0027】電力-電流特性マップ(上段)に基づき、要求電力 E_{req} に応じた電流 I_{fc} を求めることができる。また、電圧-電流特性マップ(下段)に基づき、電流 I_{fc} に応じた電圧 V_{fc} を求めることができる。燃料電池40のガス流量が低く、十分な電圧値で要求された電力を出力し得ない場合には、これらの特性マップに基づきガス流量の目標値も併せて設定される。

【0028】次に、制御ユニット10はDC-DCコンバータの出力電圧を設定する(ステップS14)。バッテリー20を放電する場合、即ち、充放電電力 E_b が負の時は、バッテリー20側を入力、インバータ60側を出力とし、出力電圧値を燃料電池40の出力電圧値に一致させる。バッテリー20を充電する場合、即ち、充放電電力 E_b が正の時は、インバータ60側を入力、バッテリー20側を出力とする。出力電圧値は、バッテリー20の充電に適した所定値とする。この所定値は、一定値としてもよいし、充電される電力に応じて変動させてもよい。

【0029】制御ユニット10は、設定された出力電圧となるようDC-DCコンバータを制御し、併せて要求電力が同期モータ61に供給されるようインバータ60を制御する(ステップS16)。インバータ60のスイッチングに伴い、燃料電池40からはガス流量に応じた電力が出力される。また、バッテリー20からは燃料電池40から出力される電力とインバータ60で消費される電力との差分に応じた電力が充放電される。例えば、燃料電池40の出力に応答遅れがある場合には、要求電力 E_{req} に満たない分がバッテリー20によって補償される。バッテリー20からの出力は、燃料電池40の出力が要求電力 E_{req} に近づくに連れて徐々に低減する。上記制御により、高い応答性で電力を供給することができる。

【0030】車両補機50およびFC補機51には少なくともバッテリー20からの電力が保証されている。バッテリー20の充電時には、燃料電池40または同期モータ61からの電力をこれらの補機に供給してもよい。

【0031】C. 出力比の設定：上述の電力制御で説明した通り、本実施例では、燃料電池40を主電源として使用し、バッテリー20は燃料電池40の応答遅れを補償する補助的な電源として使用する。かかる前提での車両のエネルギー効率、燃料電池40とバッテリー20の出力比によって変動する。本実施例では、高いエネルギー効

率を実現するため、システム設計時に、次に示す手順で出力比を設定した。

【0032】図4は燃料電池とバッテリーの出力比の設定方法を示す工程図である。まず、車両に搭載されるモータの最大出力を設定する(ステップS20)。車両の重量、目標とする最大車速、加速度などに基づいて設定することができる。次に、こうして設定された最大出力をモータの運転効率で除することにより、最大要求電力を設定する(ステップS22)。モータの出力に併せて、補機での消費電力を考慮してもよい。モータの能力を十分に活用するためには、燃料電池40およびバッテリー20の最大出力合計値は、この最大要求電力以上である必要がある。

【0033】一方、燃料電池40とバッテリー20の出力比の下限値、上限値を車両の走行状態を代表する所定の基準に基づいて設定する。出力比とは、「燃料電池の最大出力/バッテリーの最大出力」を意味する。例えば、下限値は連続巡行性能に基づき設定することができる(ステップS24)。一例として、車両重量2000kg、モータ効率80%の車両を考える。4.5%勾配、120km/時での連続巡行性能を目標値として設定すると、要求電力は約65kWと算出される。仮に最大要求電力が100kWであったとすれば、連続巡行の要求電力を燃料電池40で出力するために必要となる出力比は0.65以上と設定される。

【0034】出力比の上限値は、バッテリーの回生能力に基づいて定めることができる(ステップS26)。車両のエネルギー効率を十分に高めるためには、制動時にモータ61で回生された電力をバッテリー20に充電することが望ましい。回生電力を充電できない程、バッテリー20の容量が小さい場合には、エネルギー効率の低下を招くことになる。例えば、車両重量2000kg、モータ効率80%の車両について、いわゆる10-15モードでの運転を行った場合、減速時の最大回生電力は、約20kWと算出される。仮に最大要求電力が100kWとすれば、この回生電力を充電するためにバッテリー20の容量は20kWが必要となるから、出力比の上限値は0.8と設定される。

【0035】出力比の下限値、上限値は、これらの運転状態に関わらず、車両の目標性能に応じて種々設定可能であることは言うまでもない。

【0036】次に、車両のエネルギー効率、上限値、下限値を考慮して出力比を設定する(ステップS28)。効率は、例えば、次の方法で評価することができる。

【0037】図5は出力比と燃費比の関係を示す説明図である。車両重量2000kg、モータ効率80%の車両について、出力比を変化させた場合の燃費の変動をシミュレートした結果である。10-15モードでの結果(図中の実線)、およびLA4モードでの結果(図中の破線)を示した。LA4モードとは、米国において、燃

費算出基準として用いられる運転モードである。燃費比とは、各出力比での燃費を、最大燃費で正規化した値をいう。図示する通り、出力比が40%~80%の範囲で非常に燃費比が高くなることが分かる。

【0038】エネルギー効率が高くなる範囲で、先に説明した出力比の上限値80%、下限値65%を考慮すると、本実施例においては、出力比は65%~80%の範囲が適切である。出力比がこの範囲に入る条件、および最大出力の和が最大要求電力以上となる条件を満足するように燃料電池40およびバッテリー20の出力を設定する(ステップS30)。燃料電池40とバッテリー20の最大出力の和が最大要求電力と一致する設定が最も好ましい。

【0039】D. 効果：以上で説明した本実施例の電源システムによれば、DC-DCバッテリー30をバッテリー20側に備えることにより、燃費に優れる利点がある。図6は燃費向上効果を示す説明図である。破線は、図1の構成において、DC-DCコンバータの位置を燃料電池側に代えた場合の燃費を示している。実線は、本実施例の構成における燃費を示している。燃費は、前者の最大値で正規化して示した。図示する通り、DC-DCコンバータをバッテリー側に接続することにより、燃費は最大約5%向上する。その理由は、次の通りと考えられる。

【0040】DC-DCコンバータは、通常、電圧変換時の効率が約90~95%の範囲である。本実施例では、燃料電池を主電源として用いている。従って、DC-DCコンバータを燃料電池側に接続した場合には、電源システムから出力される大部分の電力について電圧変換による損失が生じる。これに対し本実施例のように、出力する電力量が比較的小さいバッテリー側にDC-DCコンバータを接続することにより、電圧変換による損失を抑制することができる。

【0041】電力量が比較的小さいバッテリー側にDC-DCコンバータを接続することにより、DC-DCコンバータの小型化、ひいては電源システム全体の小型化を図ることができる。

【0042】本実施例の電源システムでは、車両補機50およびFC補機51がバッテリー20とDC-DCコンバータ30の間に接続されている。この結果、DC-DCコンバータ30の故障時、および燃料電池40の発電不能時であっても、これらの補機への電力供給が保証されている。例えば、燃料電池40が未暖機で十分な発電を行うことができない状態にある場合を考える。本実施例では、バッテリー20からの電力によってFC補機51を駆動することができ、燃料電池40の暖機、始動を行うことができる。車両補機50についても、バッテリー20の容量内で動作を保証することができる。従って、本実施例によれば、電源システムおよび車両の信頼性を向上することができる。

【0043】本実施例によれば、燃料電池 40 とバッテリー 20 の出力比の最適化を図ることができ、高いエネルギー効率を実現することができる。出力比を、運転効率の他、下限値および上限値を規定する目標性能を考慮して設定することにより、性能とエネルギー効率の双方を満足するシステム設計を実現することができる。

【0044】以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができることはいうまでもない。例えば、本発明は、車両のみならず種々の機器の電源システムに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例としての電源システムを搭載した車両の構成を示す説明図である。

【図 2】走行時の電力制御処理のフローチャートである。

【図 3】燃料電池 40 の出力特性を示す説明図である。

【図 4】燃料電池とバッテリーの出力比の設定方法を示す

工程図である。

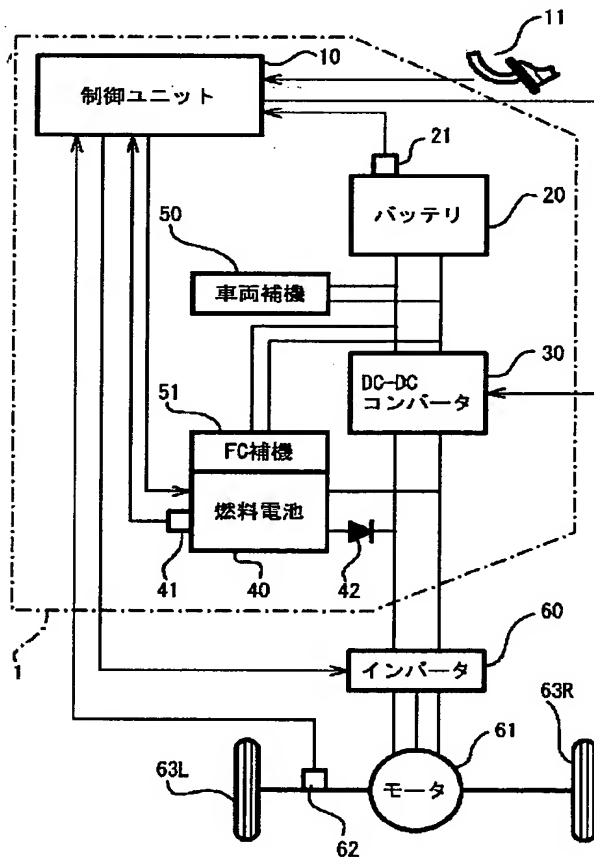
【図 5】出力比と燃費比の関係を示す説明図である。

【図 6】燃費向上効果を示す説明図である。

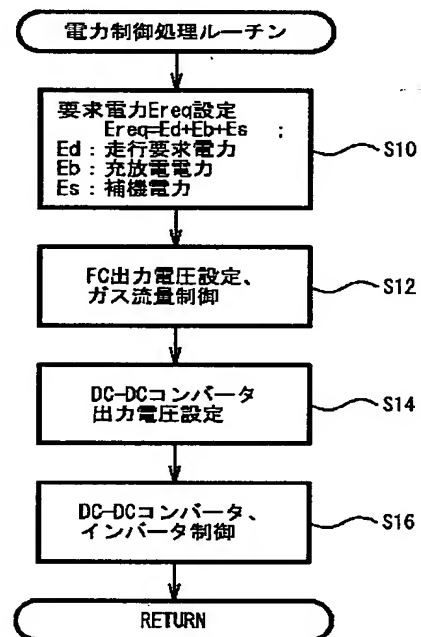
【符号の説明】

- 1…電源システム
- 10…制御ユニット
- 11…アクセルペダルセンサ
- 20…バッテリー
- 30…DC-DCコンバータ
- 40…燃料電池
- 41…流量センサ
- 42…ダイオード
- 50…車両補機
- 51…FC補機
- 60…インバータ
- 61…同期モータ
- 62…車速センサ
- 63L, 63R…車輪

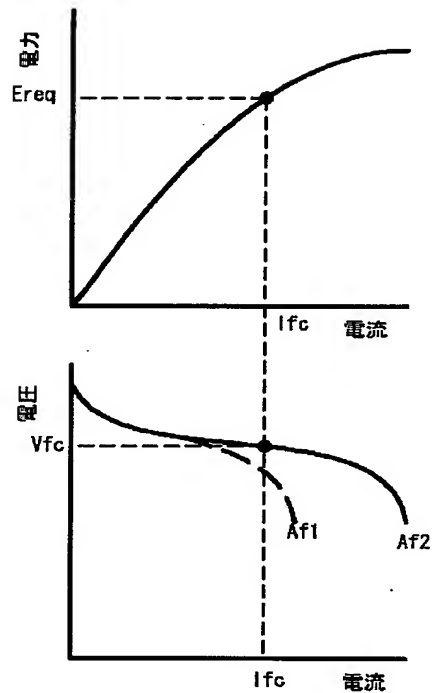
【図 1】



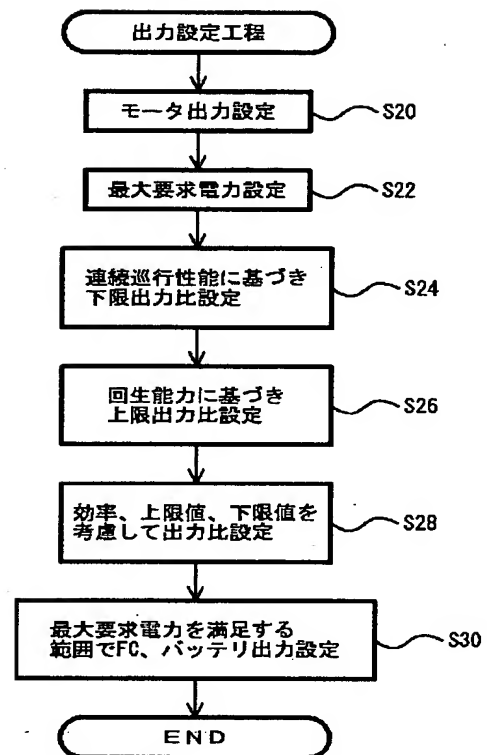
【図 2】



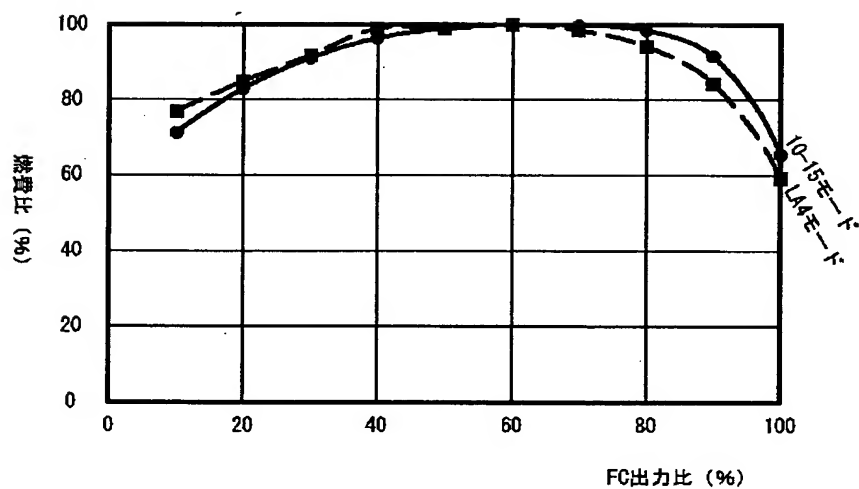
【図3】



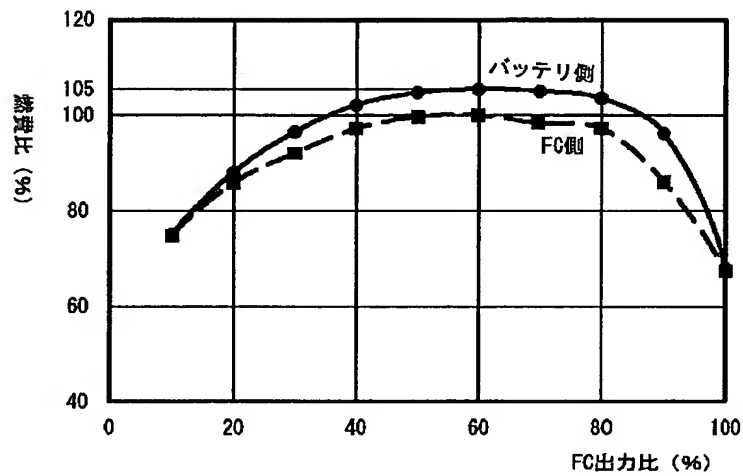
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

タームコード (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

P

H 0 2 J 1/00

H 0 2 J 1/00

3 0 6 M

1/10

1/10

(72) 発明者 渡辺 修夫

F ターム (参考) 5G003 AA05 BA01 CA01 CA11 CC02

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

DA16 FA06 GB03 GB06 GC05

車株式会社内

5G065 DA06 DA08 EA02 GA09 HA09

(72) 発明者 真鍋 晃太

HA16 HA20 LA03

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

5H027 AA06 BA01 BA13 BA14 DD03

車株式会社内

KK54

5H115 PA11 PC06 PG04 PI13 PI16

PI18 PI29 PI30 P002 PU10

PV02 PV09 QA01 QA05 QA07

QA10 QI04 QN03 QN27 RB21

SE04 SE06 SE10 TB03 TI01

T021 T030